



PIRKANMAA



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



GTK

Vipuvoimaa

EU:lta

2007-2013



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Geologian tutkimuskeskus

Kalliokiviainestutkimukset Pirkanmaalla

Heikki Nurmi, Jouko Vuokko, Paavo Härmä ja Tuure Nyholm

Pirkanmaan POSKI-hanke, Työraportti



TEEMME MUUTOSTA YHDESSÄ

Geologian tutkimuskeskus (GTK)

Heikki Nurmi, Jouko Vuokko, Paavo Härmä ja Tuure Nyholm
Kalliokiviainestutkimukset Pirkanmaalla. Pirkanmaan POSKI-hanke.

Kiviainestutkimukset, arkistoraportti 64/2014. Espoo.

Tässä POSKI-hankkeen (**PO**hjavesien **S**uojelun ja **KI**viaineshuollon yhteensovittaminen) osaraportissa esitetään Pirkanmaan alueella tehtyjen kiviainestutkimusten tulokset vuodelta 2013. Vuonna 2013 tutkimuksia tehtiin Akaan, Hämeenkyrön, Ikaalisten, Juupajoen, Kangasalan, Kihniön, Mänttä-Vilppulan, Nokian, Oriveden, Parkanon, Punkalaitumen, Ruoveden, Sastamalan, Tampereen, Urjalan, Vesilahden, Virtain ja Ylöjärven kunnissa. Pirkkalan kunnassa tehtiin vielä tutkimuksia vuonna 2014.

Tutkimuksen pääasiallinen tarkoitus on saada kattava kuva alueen kallioiden kiviaineksen laadusta ja määrästä. Toissijaisena tarkoituksena on löytää ja inventoida laadukkaan kalliomurskeen raaka-aineeksi soveltuvat kallioalueet sekä myös heikompilaatuiset esiintymät, joita voidaan hyödyntää vähemmän vaativissa kohteissa. Lisäksi selvitetään kallioalueen arseenipitoisuus alueilla, joiden kalliooperän arseenipitoisuus on luontaisesti korkea.

Tutkimus perustuu ennakoaineiston avulla valittujen kallioalueiden maastotutkimuksiin, kivinäytteiden mikroskooppitutkimuksiin ja teknisiin lujuusmäärityksiin. Teknisen laatuluokituksen perusteena on tielaitoksen vuoden 1995 luokitus sekä myös tie- ja vesihallituksen vuoden 1988 laatuluokitus. Vuonna 2013 testatuista näytteistä on määritetty ominaispainon lisäksi Los Angeles -luku (SFS-EN 1097-2) ja kuulamyllyarvo (PANK-2207). Vuonna 2013 tutkittiin 456 kallioaluetta edellä mainittujen kuntien alueella. Teknisiä testejä tutkimusalueelta tehtiin 20 kpl. Kiviainesmäärät arvioitiin kallioaluiden pinta-alan ja keskikorkeuden perusteella.

Arseenipitoisuudet mitattiin poravasarella otetuista kivijauhe- eli soijanäytteistä maastokäyttöisellä XRF-mittauslaitteella keväällä 2014. Kokoamanäytteitä kerättiin 180 kallioalueelta, 60 mahdollisen tulevan kalliokiviaineksen tuotantoalueelta Akaan, Hämeenkyrön, Kangasalan, Lempäälän, Nokian, Oriveden, Pirkkalan, Punkalaitumen, Pälkäneen, Sastamalan, Tampereen, Urjalan, Valkeaskosken, Vesilahden ja Ylöjärven kuntien alueella.

Pirkanmaan alue on osa Etelä-Suomen svekofennista kivilajivyöhykettä koostuen kolmesta suuryksiköstä. Pohjoisin osa kuuluu Keski-Suomen granotoidikompleksiin ja se kattaa alueet Viljakkalasta Orivedelle ja alueet näiden pohjoispuolella. Pirkanmaan keskiosassa on kivilajeiltaan heikommin muuttunut Tampereen liuskevyöhyke ja Pirkanmaan eteläosassa on kivilajeiltaan voimakkaasti muuttunut migmatiittivyöhyke. Tampereen liuskejako on itä-länsi -suuntainen ja ulottuu tutkimusalueella Nokian luoteisosista Tampereen ja Ylöjärven eteläosien kautta Aitolahteen ja edelleen Tampereen itärajalalle. Pirkanmaan migmatiittivyöhykkeeseen kuuluvat Nokian ja Tampereen eteläosat, Pirkkala, Lempäälä, Kangasala ja Akaan kunta.

Lujuudeltaan parasta kiviainesta saadaan vulkaniiteista, jotka ovat suuntautumattomia, hienorakeisia ja sisältävät vähän tai eivät sisällä ollenkaan helposti rapautuvia mineraaleja. Parhaimmat testatut vulkaniitit ovat A-luokkaa TVH:n 1988 luokituksen mukaan.

Lujuudeltaan heikointa kiviainesta saadaan migmatiittisista killegneisseistä ja porfyirisistä granodioriiteista ja graniiteista. Nämä kivet ovat lujuudeltaan korkeintaan III-luokkaa (TVH 1988). TIEL:n 1995 luokituksessa nämä kivet ovat lujuudeltaan IV-luokkaa tai luokattomia.

Kenttähavainnot ja tutkimustulokset on tallennettu täydellisinä GTK:ssa olevaan geotietoytimeen (GTY), jonne on myös tallennettu tutkimusalueisiin liittyvä paikkatieto. Aineiston tultua julkiseksi tästä rekisteristä on saatavissa yksityiskohtaista tietoa jokaisesta kallioalueesta niin numeerisena tietona kuin paperitulosteena.

Sisällysluettelo

1. Johdanto	2
1.1. Tutkimuksen tausta ja tutkimusmenetelmät	2
1.2. Tutkimusperusteet ja kiviainesten laatuluokka	2
1.3. Tutkimustulosten ATK-tallennus ja -tulosteet	4
2. Pirkanmaan kallioperän yleispiirteet, kivilajien lujuusominaisuudet ja arseenipitoisuus	5
2.1. Yleistä	5
2.2. Arseeni eteläisen Pirkanmaan kallioperässä	9
3. Yhteenveto vuonna 2013 tutkittujen kallioiden kiviaineksen lujuusarvoista	12
4. Kallioaluekuvaukset	13

Lähteet

Liitteet

- 1.a-c Geologisten termien selitykset
- 2.a-c Pirkanmaan kuntien alueilta tehtyjen lujuustestien tulokset
- 3.a-c Pirkanmaan kuntien alueilta tehdyt ohuthietutkimukset
- 4-23. Pirkanmaalla inventoitujen kallioalueiden tutkimustulokset kunnittain

1. Johdanto

1.1. Tutkimuksen tausta ja tutkimusmenetelmät

Valtakunnallinen POSKI-projekti on toiminut vuodesta 1994 lähtien. Se on perustettu pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteen soveltamiseksi. Projektin alkuvaiheessa tehtiin esiselvitys Vaasan-Seinäjoen alueelta (Britschgi 1996) ja alueen loppuraportti ilmestyi 1999 (Britschgi ym. 1999). POSKI-projektien loppuraportit ovat ilmestyneet seuraavilta alueilta: Pirkanmaa 2001, Salon seutu 2001, Loimaan seutu 2002, Satakunta 2003, Kymenlaakso 2004, Hämeen seutu ja Varsinais-Suomi 2005. Vuonna 2006 julkaistiin Itä-Uudenmaan ja Uudenmaan alueiden loppuraportit ja Etelä-Karjalan loppuraportti (Kajoniemi ym. 2008). Viimeisin on vuonna 2013 julkaistu Päijät-Hämeen loppuraportti (Nurmi ym. 2013).

Vuonna 2013 POSKI-hankkeen kallion kiviainestutkimuksia tehtiin Pirkanmaalla yhteensä 19 kunnan alueella. Useat näistä kunnista eivät kuuluneet aiemman POSKI-projektin (1997 - 2000) tutkimusalueeseen.

Työt käynnistettiin karttaselvityksellä talvella 2012 - 2013. Rahoituksen selvittyä saatiin inventoitavaksi noin 450 kallioaluetta. Selvityksessä rajattiin tutkimusten ulkopuolelle alueet, jotka olivat alle 500 m asutuksesta, rajautuivat vesistöihin tai olivat lähellä suojelualueita. Alueita valittaessa päädyttiin siihen, että Tampereen keskustasta kaikki 40 km:n säteellä olevat kallioalueet tutkitaan, koska kiviaineksen tarve Tampereen seudulla on suurin. Muut alueet valittiin järkevien kuljetusyhteyksien varrelta, valta- ja kantateiden läheisyydestä ja niiden minimi kooksi asetettiin 2-3 ha. Luonnon- ja maisemansuojelun kannalta arvokkaat kallioalueet (Hamari ym. 1992) on myös jätetty tutkimusten ulkopuolelle. Tutkimuksen ulkopuolelle rajattiin lisäksi mm. suojelu- ja Natura-alueet sekä valtakunnallisesti merkittävät rakennetun kulttuuriympäristön kohteet.

Lopullisten tutkimuskohteiden valinnassa ja alueellisessa jakutumisessa huomioitiin myös väestöennusteeseen perustuva kuntakohtainen kiviaineksen tarve sekä aiemmassa POSKI-hankkeessa (1997 - 2000) inventoitujen kallioalueiden kuntakohtainen lukumäärä. Kallioalueiden inventoinnissa käytetyt työmenetelmät ovat olleet samat kuin Kiviainekseltaan arvokkaiden kallioalueiden inventointiprojektissa (Suominen 1990).

Inventoitavaksi suunnitellut kallioalueet annettiin vielä kuntien ja kiviaineshuollon parissa toimivien yritysten ja järjestöjen sekä luonnonsuojelua edustavien järjestöjen tarkasteltaviksi. Heidän kommenttiansa perusteella jokunen huonoksi todettu tutkimuskohde jätettiin pois. Poistettujen kohteiden tilalle valittiin uudet.

Kunnittain havaintoja tehtiin seuraavasti: Akaa (11), Hämeenkyrö (4), Ikaalinen (38), Juupajoki (10), Kangasala (15), Kihniö (10), Mänttä-Vilppula (39), Nokia (4), Orivesi (38), Parkano (31), Pirkkala (2), Punkalaidun (14), Pälkäne (4), Ruovesi (13), Sastamala (94), Tampere (6), Urjala (28), Vesilahti (32), Virrat (26) ja Ylöjärvi (38). Tutkimuskohteiden sijainti on esitetty kuvassa 1.

Arseenimittaukset suoritettiin keväällä 2014. Tutkimuksiin valittiin 180 näytteenottpistettä 15 kunnan alueelta. Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty kuvassa 3. Näytepisteiden valinnassa ei huomioitu kalliooperän rakenteita tai kivilajeja, vaan näytteenottpisteet jaettiin tasaisesti 60:nen tutkimuskohteen alueelle, kolme kullekin tutkimuskohteelle. Valtaosa tutkimuskohteista sijaitsee Etelä-Pirkanmaan - Kanta-Hämeen arseeniprovinssilla. Mittaukset tehtiin maastokäyttöisellä XRF-laitteella. Kultakin näytteenottpisteeltä koottiin yksi kokoamanäyte kolmesta poravasaralla otetusta soijanäytteestä.

Pirkanmaalla 1990-luvulla tehtyjen tutkimusten sekä tässä raportissa esiteltävien uusien tutkimusten tuloksista esitetään yhteenveto hankkeen loppuraportissa, joka julkaistaan vuonna 2015.

1.2. Tutkimusperusteet ja kiviainesten laatuluokka

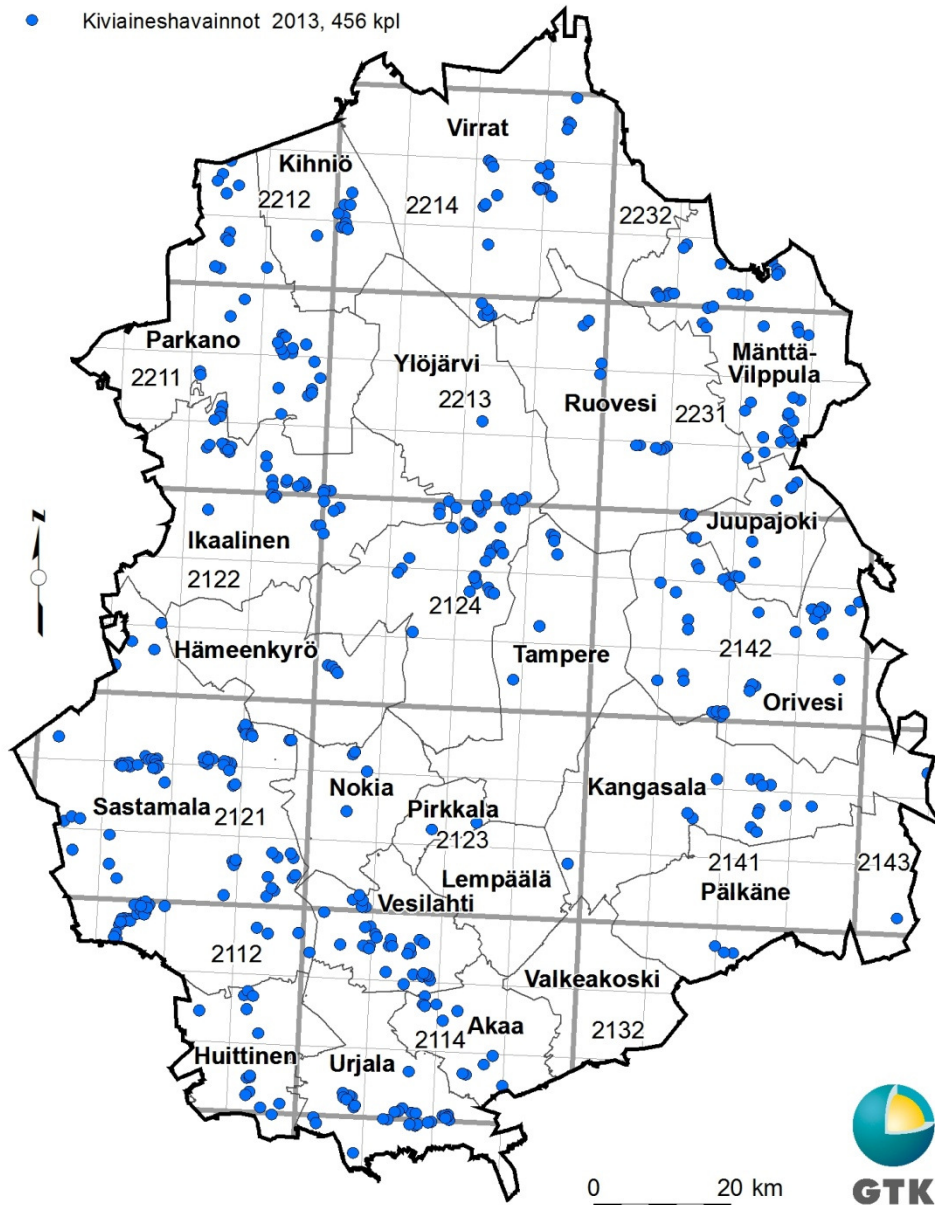
Raportissa ja liitekartoissa esitetyt kallioalueiden laatuluokat perustuvat TVH:n kiviainesten laatuluokitukseen vuodelta 1988, täydennettynä tiehallituksen vuoden 1991 hioutuvuuslukuarvoilla (taulukko 1). Rinnalla on käytetty myös TIEL:n 1995 luokittelua (taulukot 2 ja 3). Laatuluokitus puolestaan perustuu kiviaineksen fysikaalisten lujuusominaisuuksien (hauraus, iskunkestävyys ja hioutuvuuskestävyys) määrittelyyn.

Tässä tutkimuksessa laatu- ja lujuusluokilla tarkoitetaan samaa asiaa, joka perustuu teknisiin lujuusmäärittelyihin. Tekniset parametrit määritetään kiviaineksen laboratoriotutkimuksilla (TVH 1988; Alkio ja Vuorinen 1990). Laatuluokka määrittyy aina heikoimman teknisen parametrin mukaan. Kestäväintä on TVH:n 1988 luokituksessa A-luokan kiviaines ja TIEL:n 1995 luokituksessa I-luokan kiviaines. Laatuluokitukseen kuuluu myös murskeen raemuotojen määrittäminen.

Tässä työssä raemuoto jätettiin kuitenkin huomioimatta lujuusluokkaa määrittäessä, sillä muotoarvoihin voidaan tutkimusten mukaan vaikuttaa merkittävästi itse murskausprosessilla (Heikkilä ym. 1990).

Tutkimuksessa kallioalueen laatuluokkaa (laatuluokkia) määritettäessä on kiinnitetty huomiota kallioalueen kivilajivaihteluun, kivilajien raekokoon, rakenteeseen, mineraalikoostumukseen ja rapautumisasteeseen, ts. ominaisuuksiin, jotka viime vuosien tutkimuksissa on todettu kivien lujuuden kannalta merkittävimiksi tekijöiksi. Työssä käytettiin apuna myös mikroskooppitutkimuksia. Näitä ns. ohutietutkimuksia tehtiin kaikista näytteistä, joista oli käytettävissä tekniset lujuusmääritykset.

Vuonna 2013 lujuusmäärityksiä tehtiin Pirkanmaan alueelta 20 kpl, jotka jakaantuivat eri kuntien kesken seuraavasti: Sastamala 4 kpl, Hämeenkyrö, Orivesi, Virrat ja Ylöjärvi 2 kpl, Akaa, Ikaalinen, Juupajoki, Kangasala, Nokia, Parkano ja Urjala 1 kpl. Näytteenottoaikat on merkitty Pirkanmaan yleistettyyn kallioperäkartaan, kuva 2. Lujuusmääritykset tehtiin Tampereen teknillisessä yliopistossa. Testitulokset on esitetty taulukossa 4.



Kuva 1. Vuonna 2013 inventoitujen kallioalueiden sijainnit Pirkanmaalla

Taulukko 1. Murskeiden lujuusluokat ja niiden vaatimusrajat (TVH 1988, täydennettynä TIEH 1991 hioutuvuusarvoilla).

Lujuusluokka	Hioutuvuus-luku	Parannettu haurausarvo	Los Angeles luku
A	≤ 1.8	≤ 18	≤ 20
I	≤ 2.3	≤ 22	≤ 25
II	≤ 2.8	≤ 26	≤ 30
III	≤ 3.3	≤ 30	≤ 35

Taulukko 2. Murskeiden lujuusluokat ja niiden vaatimusrajat vuonna 1995 voimassa olleiden vaatimusten mukaan (TIEL 1995). Päälystekiviainesten luokitus.

Lujuusluokka	Pistekuormitus-indeksi Is(50), PANK-2206	Kuulamylyarvo PANK-2207
I	≥ 13	≤ 7
II	≥ 10	≤ 10
III	≥ 8	≤ 14
IV	≥ 6	≤ 19

Taulukko 3. Murskeiden lujuusluokat ja niiden vaatimusrajat vuonna 1995 voimassa olleiden vaatimusten mukaan (TIEL 1995). Sitomattomiin rakennekerrokseen käytettävien kiviainesten lujuusluokitus.

Lujuusluokka	Los Angeles luku PANK-2201	Kuulamylyarvo PANK-2207
I	≤ 15	≤ 7
II	≤ 20	≤ 10
III	≤ 25	≤ 14
IV	≤ 30	≤ 19

1.3. Tutkimustulosten ATK-tallennus ja -tulosteet

Tutkimustulokset on tallennettu täydellisinä GTK:n geotietoytimeen. Tästä rekisteristä on saatavissa aineiston tultua julkiseksi yksityiskohtaista tietoa jokaisesta kallioalueesta.

Kallion kiviainestutkimuksista Pirkanmaan POSKI-projektissa on vastannut geologi Heikki Nurmi Geologian tutkimuskeskuksesta ja maastotöissä olivat mukana myös geologit Jouko Vuokko, Paavo Härmä ja tutkimusassistentti Tuure Nyholm.

2. Pirkanmaan kallioperän yleispiirteet, kivilajien lujuusominaisuudet ja arseenipitoisuus

2.1. Yleistä

Pirkanmaan alue on osa Etelä-Suomen svekofennista kivilajivyöhykettä koostuen kolmesta suuryksiköstä. Pohjoisin osa kuuluu Keski-Suomen granotiidikompleksiin ja se kattaa alueet Viljakkalasta Orivedelle ja alueet näiden pohjoispuolella. Pirkanmaan keskiosassa on kivilajeiltaan heikommin muuttunut Tampereen liuskevyöhyke ja Pirkanmaan eteläosassa kivilajeiltaan voimakkaasti muuttunut migmatiittivyöhyke. Tampereen liuskejako on itä-länsi-suuntainen ja ulottuu tutkimusalueella Nokian luoteisosista Tampereen ja Ylöjärven eteläosien kautta Aitolahteen ja edelleen Tampereen itärajalle. Pirkanmaan migmatiittivyöhykkeeseen kuuluvat Nokian ja Tampereen eteläosat, Pirkkala, Lempäälä, Kangasala ja Akaan kunta. Pirkanmaan kallioperän pääpiirteet on esitetty kuvassa 2.

2.1.1. Keski-Suomen granotiidikompleksi

Felsiset syväkivet, etenkin graniitit ja granodioriitit ovat vallitsevia. Mafisia syväkiviä on vähän ja niiden koostumus on yleensä dioriittinen. Syväkivet voidaan jakaa synkinemaattisiin ja postkinemaattisiin sen mukaan, milloin ne asettuivat paikalleen suhteessa alueella vallinneeseen voimakkaimpaan deformaatiovaiheeseen. Rakennetutkimusten perusteella tämän alueellisen D₂-deformaation aiheutti pohjois-eteläinen puristus.

Sekä tasarakeiset että porfyriset graniitit ovat yleisiä Keski-Suomen granotiidikompleksissa. Porfyrisissä graniiteissa voidaan vaihtelua harvoja kalimaasälpähajarakeita sisältävistä kivistä tyypeihin, joissa kalimaasälpähajarakeet ovat kiinni toisissaan. Hajarakeiden läpimitta on yleensä 1 - 3 cm, mutta se voi nousta 5 cm:iin. Postkinemaattiset graniitit ovat yleensä karkearakeisia tai porfyrisiä.

Porfyrisistä graniiteista saadaan lujuudeltaan korkeintaan keskinkertaista kiviainesta. Nämä kivet ovat yleensä mikrorakenteeltaan heikkoja ja varsiinkin porfyriset tyypit sisältävät runsaasti helposti murtuvia hauraita ja karkearakeisia maasälpämineraaleja. Nämä tyypit ovat lujuudeltaan luokattomia (TVH 1988).

Synkinemaattiset granodioriitit ovat kompleksin yleisimpiä kiviä. Ne vaihtelevat tasarakeisista porfyrisiin ja niiden heikosta liuskettumisesta "kiharaiseen" rakenteeseen. Tasarakeisia tonaliitteja tavataan runsaimmin kompleksin länsiosassa. Tasarakeisissa granodioriiteissa ja tonaliiteissa esiintyy tyypillisesti pieniä mafisia sulkeumia.

Kvartsimontsoniitit ovat karkearakeisia tai karkea porfyrisiä ja nämä kuuluvat poikkeuksetta postkinemaattiseen ryhmään.

Intermediäariset ja mafiset syväkivet muodostavat alueita, joissa kvartsimontsoniitit, montsoniitit ja kvartsidioriitit ovat pääkivilajeina ja vaihettuvat toisikseen ilman selviä kontakteja. Pieniä gabro-dioriitti-koostumuksellisia mafisia intruusioita tavataan eri puolella kompleksia.

Homogeeniset, hienorakeiset intermediäariset kivet, joissa on plagioklaasi- ja uraliittihajarakeita, kattavat muutaman laajahkon alueen. Vulkaaniset kivet ovat yleensä koostumukseltaan intermediäarisistä ja pyroklastista alkuperää.

Lujuudeltaan parasta kiviainesta saadaan vulkaniiteista, jotka ovat suuntautumattomia, hienorakeisia ja sisältävät vähän tai ollenkaan helposti rapautuvia mineraaleja. Parhaimmat testatut vulkaniitit ovat A-luokkaa TVH: 1988 luokituksen mukaan.

Tuffiittiset kvartsi-maasälpäliuskeet ja -gneissit esiintyvät muiden pintasyntyisten kivien kanssa eri puolilla kompleksia. Yleisimpiä pintasyntyisiä kiviä ovat kiillegneissit ja migmatiittiset biotiitti- ja biotiitti-sarvivälkegneissit. Näistä yleensä puuttuvat alumiinisilikaatit, mikä viittaa suureen vulkaanisen aineksen osuuteen alkuperäisessä sedimenttiaineksessa (Nironen, Mikko 2003).

2.1.2. Tampereen liuskevyöhyke

Fylliitit ja grauvakat

Tampereen liuskevyöhykettä luonnehtivat sedimenttisyntyiset grauvakat ja fylliitit. Kivien alkuperäiset rakenteet ovat hyvin näkyvissä ja niitä ovat kerroksellisuus ja kerrallisuus. Fylliitit ovat alkuperältään savisedimenttejä, grauvakat ovat

savensekaisia hiekkasedimenttejä. Fylliiteissä on yleisesti pyöreäköjä konkretioita, jotka ovat alkuperältään katkeilleita karbonaattipitoisia välikerroksia.

Fylliiteista ja grauvakoista saatava kiviaines on lujuudeltaan huonoa. Tämä johtuu niiden sisältämistä kiilteistä, jotka muodostavat kiveen tasomaisia pintoja. Kivi lohkeaa helposti näitä pintoja pitkin laattamaisiksi kappaleiksi ja näistä kivistä tehty murske on huonoa myös muotoarvoiltaan.

Arkosiitit

Tutkitun alueen länsiosissa on fylliiteissä välikerroksina vähemmän kiilteitä ja runsaammin maasälpä ja kvartseja sisältäviä arkosiitteja. Ne ovat alkuperältään hiekkasedimenttejä ja myös niissä näkyvät hyvin alkuperäiset sedimenttirakenteet. Rapautumispinnan väri arkosiiteilla on yleensä vaalean punainen, tuore lohkopinta on tumma.

Arkosiiteista on mahdollista saada parempaa kiviainesta kuin fylliiteistä ja grauvakoista. Arkoosissa on kiilteitä huomattavasti vähemmän, joten ne eivät lohkea samalla tavalla laattamaisesti. Arkosiiteista saatavan kiviaineksen lujuus riippuu oleellisesti siitä, kuinka sen eri mineraalit ovat kiinnittyneet toisiinsa. Kivi on haurasta ja lujuudeltaan huonoa, jos siinä ei ole myöhempää mineraalien iskostumista toisiinsa. Sopivissa oloissa tapahtunut iskostuminen saattaa parantaa arkosiittien lujuutta merkittävästi.

Vulkaaniset kivet

Tampereen liuskevyöhykkeen vulkaaniset kivet sijoittuvat pääosin Viljakkalan - Teiskon alueille, jossa fylliiteissä tavaan pienikokoisia vulkaniittivälikerroksia ja kerrosmyötäisiä juonia.

Fylliiteissä välikerroksina olevien tuhkaperaisten vulkaniittien lujuutta heikentää yleisesti se, että niihin on sedimentaation aikana sekoittunut jonkin verran saviainesta. Siitä johtuen nämä kivet sisältävät vaihtelevia määriä biotiittia, jopa kokonaan fylliittisiä välikerroksia, jotka puolestaan toimivat kivessä heikkousvyöhykkeenä.

Syväkivet

Tampereen liuskevyöhykkeelle sijoittuu kaksi suurempaa syväkivimassiivia, jotka ovat Nokian porfyryinen granodioriitti sekä osia ns. Värmälän granodioriittimassiivista, joka sijaitsee Näsijärven itäpuolella Paarlahden ja Aitolahdenvälisellä alueella. Vähäisempiä syväkiviosueita on lisäksi muualla liuskeiden välissä. Granodioriittien lisäksi tavataan graniitteja, tonaliitteja ja gabroja. Pienen kokonsa ja asutusrajausten vuoksi näillä liuskeiden välissä olevilla pienillä syväkiviesiintymillä ei ole merkitystä mursketuotantoa ajatellen.

Nokian porfyryinen granodioriitti sekä Värmälän granodioriitti ovat suuntautumattomia tai heikosti suuntautuneita ja niistä lujuusominaisuuksiltaan huonohkoa kiviainesta. Tämä johtuu niiden karkeahkosta raekoosta ja eri mineraalien välisistä heikoista sidoksista.

2.1.3. Pirkanmaan migmatiittivyöhyke

Kiillegneissi

Migmatiittivyöhykkeellä esiintyy laajasti migmatiittista kiillegneissia Nokilta aina Luopioisiin saakka, tätä voidaan kutsua myös suonigneissiksi. Kivi on asultaan raitainen ja siinä vuorottelevat tummat gneissiraidat ja vaaleammat, yleensä tonaliittiset raidat. Raitojen vahvuus on yleensä alle 2 cm. Myös graniittia on vaaleana suoniaineksena ja paikoin se muodostaa suurempia linssejä ja juonia. Alkuperältään suonigneissit ovat savi- ja hiekkapitoisia sedimenttejä, jotka vuorijononpoimutuksessa joutuneet niin korkeisiin lämpötila- ja paineoloihin, että ne ovat osittain sulaneet. Myöhemmän uudelleenkiertymisen tuloksena kivi on saanut raitaisen asun. Kiillegneississä on jonkin verran grafiittipitoisia mustaliuskevälikerroksia ja kalkkikonkretioidet ovat yleisiä.

Kiillegneissistä saatava kiviaines on lujuudeltaan varsin huonolaatuista, koska kivessä runsaana esiintyvät kiillesuomut ovat suuntautuneet ja kivi lohkeaa niiden suunnassa varsin helposti. Samoin vaalea suoniaines on kiillesuomujen kanssa samansuuntaista ja myös ne muodostavat kiveen heikkousvyöhykkeitä. Usein kiillegneisseissä tavataan heikkoa kiisupiroetta, joka hapettuessaan aiheuttaa kiven voimakkaan rapautumisen.

Vulkaaniset kivet

Vulkaniittien määrä on vähäinen myös Pirkanmaan migmatiittialueella. Vulkaniitit ovat yleensä pieninä esiintyminä ja välikerroksina kiillegneississä. Koostumukseltaan ne ovat yleensä emäksisiä, mutta myös intermediäärisiä ja happamia tyyppisiä esiintyy. Voimakkaasti muuttuneita emäksisiä vulkaniitteja kutsutaan amfiboliiteiksi ja niistä kaikki alkuperäiset rakenteet ovat yleensä hävinneet. Paikoin on kuitenkin havaittavissa hajarakeita, sekä plagioklaasia ja uraliittia. Tuhkaperäisiin amfiboliitteihin on yleensä sekoittunut sedimentaation aikana muuta rapautumisainesta. Tällainen saviperäinen

sedimenttiaines näkyy kivessä biotiittipitoisuuden nousuna. Mikäli kivessä on runsaasti biotiittia, aiheuttaa se kiven lujuusominaisuuksien huononemista.












Lujuudeltaan parasta kiviainesta saadaan vulkaniiteista, jotka ovat suuntautumattomia, hienorakeisia ja sisältävät vähän tai eivät ollenkaan helposti rapautuvia mineraaleja. Parhaimmat testatut vulkaniitit ovat A-luokkaa TVH:n 1988 luokituksen mukaan. Happamat ja intermediääriset vulkaniitit ovat yleensä lujuudeltaan parempia kuin emäksiset vulkaniitit, koska emäksisissä vulkaniiteissa on enemmän helposti hioutuvia mineraaleja kuten sarvivälkettä.

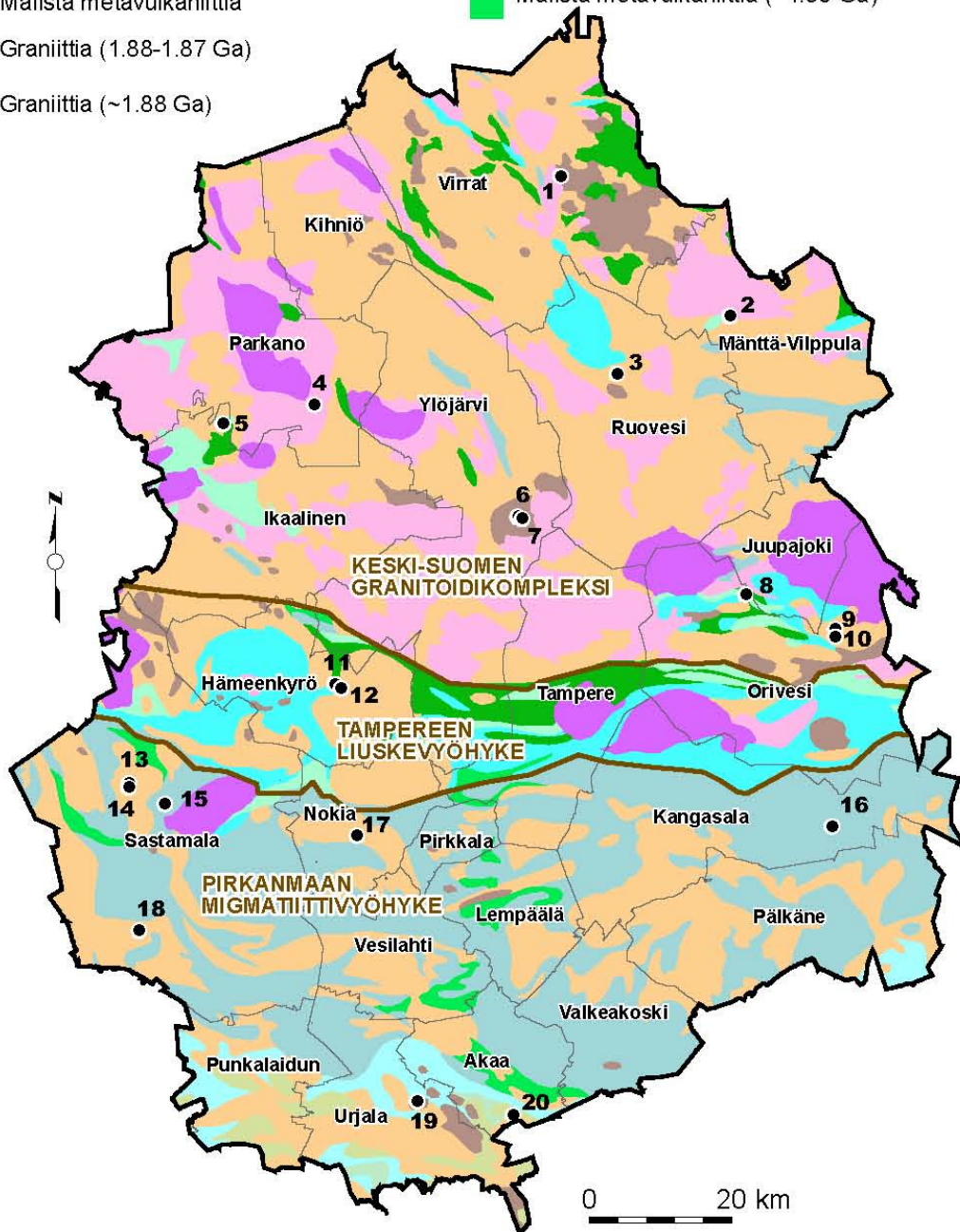
Syväkivet

Pirkanmaan migmatiittivyöhykkeellä esiintyy runsaasti erilaisia syväkiviä ja myös niiden lujuusominaisuuksissa on vaihtelua. Yleisimmät tyypit ovat tonaliitit ja granodioriitit, jotka esiintyvät joko laajoina massiiveina tai pienempialaisina linsseinä kiillegneissien välissä. Suuria yhteneväisiä massiiveja ovat Nokian keski- ja eteläosissa sijaitsevat tasarakeiset tonaliittiesiintymät. Myös Lempäälän eteläosassa ja Pälkäneellä ja Luopioisissa on laajoja tonaliittiesiintymiä. Kalimaasälpäpitoisuuden lisääntyessä tonaliitit vaihtuvat granodioriiteiksi. Kalimaasälpä on usein jopa usean senttimetrin pituisina hajarakeina, jolloin kivi on asultaan porfyyrinen. Myös tällaisia porfyyrisiä granodioriitteja tavataan migmatiittivyöhykkeellä yleisesti. Gabroja on varsin vähän ja ne sijaitsevat pääosin tonaliittien ja granodioriittien yhteydessä. Runsaimmin gabroja on Lempäälän alueella ja satunnaisesti myös muualla migmatiittivyöhykkeellä. Asultaan ja myös lujuusominaisuuksiltaan migmatiittivyöhykkeen heterogeenisemmat syväkivet ovat graniitit. Karkearakeisia pegmatiittisia graniitteja esiintyy eniten Pirkkalassa ja Kangasalan eteläosissa. Tasarakeisia ja raekooltaan keskirakeisia graniitteja on pieninä linsseinä läpi koko tutkimusalueen, yleisiä ovat myös hienorakeiset vaaleat apliittigraniitit.

Pirkanmaan migmatiittivyöhykkeen tutkituista tonaliiteista ja granodioriiteista saadaan lujuudeltaan korkeintaan keskinkertaista kiviainesta. Nämä kivet ovat yleensä mikrorakenteeltaan heikkoja ja varsinkin porfyyriset tyypit sisältävät runsaasti helposti murtuvia hauraita ja karkearakeisia maasälpämineraaleja. Varsin yleisesti myös biotiitin määrä on niin suuri, että sekin heikentää näistä kivistä saatavan murskeen laatua. Parhaimmillaan migmatiittivyöhykkeen tonaliiteista ja granodioriiteista saadaan TVH:n 1988 luokituksen mukaan I-luokan kiviainesta. Myös gabroista saatava kiviaines on yleensä lujuudeltaan korkeintaan keskinkertaista, mutta tektonisten liikuntojen iskostamat ja vähän pehmeitä mineraaleja gabrot ovat parhaimmillaan A-luokkaa (TVH 1988). Myös graniiteista saatavan kiviaineksen lujuus vaihtelee. Huonoimpia ovat karkearakeiset pegmatiittigraniitit ja porfyyriset mikrokliinigraniitit, joiden kiviaines jää yleensä luokattomaksi. Parhaimpia ovat hienorakeiset ja heikosti suuntautuneet apliittigraniitit, joista saadaan parhaimmillaan A-luokan (TVH 1988) kiviainesta.

PIRKANMAAN KALLIOPERÄKARTTA

- | | | | |
|---|--|---|---|
|  | Granodioriittia, tonaliittia ja kvartsidioriittia (1.89-1.87 Ga) |  | Kiilleliusketta, arkosiitti- ja konglomeraattivälikerroksia |
|  | Gabroa ja dioriittia (1.89-1.87 Ga) |  | Intermediääristä ja felsistä metavulkaniittia, metasedimenttiä ja metasedimenttisiä välikerroksia |
|  | Kiilleliusketta ja kiillegneissia |  | Mafista metavulkaniittia |
|  | Intermediääristä ja felsistä metavulkaniittia ja metasedimenttiä |  | Kiillegneissia ja kiilleliusketta, mustaliuskevälikerroksia |
|  | Mafista metavulkaniittia |  | Mafista metavulkaniittia (~1.90 Ga) |
|  | Graniittia (1.88-1.87 Ga) | | |
|  | Graniittia (~1.88 Ga) | | |



Kuva 2. Kallioperän pääpiirteet tutkimusalueella. Karttapohja on 1: 1 000 000 Suomen kallioperäkartta (Korsman et. al. 1997). Karttaan on merkitty numeroin 1 - 20 lujustustesteihin otettujen näytteiden paikat.

Taulukko 4. Lujuusmääritysten testitulokset

Testi nro	Havainnoitsija	Kunta	Tiheys	Kuulamyly PANK-2207	Los Angeles SFS-EN 1097-2
1	PAH-2013-09.1	Virrat	2.70	8.8	20
2	PAH-2013-43.1	Mänttä-Vilppula	2.67	7.7	19
3	PAH-2013-23.1	Ruovesi	2.77	15.5	26
4	PAH-2013-83.1	Parkano	2.74	12.8	18
5	PAH-2013-66.1	Ikaalinen	2.69	6.4	16
6	TIN-2013-56.1	Ylöjärvi	2.87	11.3	17
7	TIN-2013-55.1	Ylöjärvi	2.64	7	19
8	JKV-2013-75	Orivesi	2.79	14.2	12
9	JKV-2013-88	Orivesi	2.90	14.7	25
10	JKV-2013-68	Orivesi	2.82	17.4	23
11	TIN-2013-77.1	Hämeenkyrö	2.72	16.6	20
12	TIN-2013-79.1	Hämeenkyrö	2.85	10.3	15
13	HKN-2013-48.1	Sastamala	2.80	15	22
14	HKN-2013-49.1	Sastamala	2.83	19.6	23
15	HKN-2013-55.1	Sastamala	2.66	7,3	16
16	JKV-2013-40	Kangasala	2.68	15.9	17
17	HKN-2013-120.1	Nokia	2.79	19.3	30
18	HKN-2013-92.1	Sastamala	2.69	13.4	27
19	TIN-2013-22.1	Urjala	2.82	21.3	30
20	JKV-2013-13	Akaa	2.77	11.6	17

2.2. Arseni eteläisen Pirkanmaan kallioperässä

Arsenia esiintyy luontaisesti Suomen kallioperässä yleensä alle 10 mg/kg pitoisuuksina. Vain 1-2 %:ssa kallioperästä arsenia esiintyy enemmän. Pääosa Suomen kallioperän poikkeavan suurista arseenipitoisuuksista esiintyy geologisten rikastumisprosessien yhteydessä syntyneissä kivilajeissa. Arseenimineraaleja voi esiintyä eri kivilajeissa tasaisesti jakaantuneena läpi koko kiven (pirote), mutta yleensä ne ovat rikastuneena kivien rakopinnoille, hiertovyöhykkeisiin tai juonien yhteyteen. Arsenikiisu (FeAsS) on Suomen yleisin arseenimineraali. Arseenikiisua esiintyy tyypillisesti malmi-esiintymissä ja niitä ympäröivissä muuttuneissa kivissä. Muita Suomen arseenipitoisia mineraaleja ovat mm. löllingiitti (FeAs₂), gersdorffiitti (NiAsS) ja kobolttihohde (CoAsS).

POSKI-hankkeen tutkimuksiin valitun 180 näytteenottpisteen maastokäyttöisellä XRF-laitteella mitatut arseenipitoisuudet olivat 3,4 - 72,0 mg/kg. Mittausmenetelmän määrittäysraja on 3,4 mg/kg. Kaikista 180:estä mittauksesta määrittäysrajan alapuolelle jäi 96 näytettä.

Mittaustulosten jakautuminen eri pitoisuusluokkiin on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Maastokäyttöisellä XRF-laitteella mitatut arseenipitoisuudet suuruusluokittain.

Arseenipitoisuusluokka, mg/kg	Mittaustulos, kpl
< DL	96 / 180
3,4 - 10,0	59 / 180
10,8 - 26,9	19 / 5
28,6 - 44,4	5 / 180
72,0	1 / 180

POSKI-hankkeessa kerätyn 180 kallioperänäytteen kuningasvesiliukoinen arseenipitoisuus määritettiin ASROCKS-hankkeen yhteydessä (Hatakka ja muut 2014). ASROCKS-hanke (2011 - 2014) on Geologian tutkimuskeskuksen kordinoima ja EU Life⁺ ympäristöpolitiikka- ja hallinto -ohjelman osittain rahoittama hanke, jossa arvioitiin luontaisesti esiintyvän arseenin mahdollisesti aiheuttamia ympäristöriskejä Etelä-Pirkanmaan - Kanta-Hämeen arseeniprovinssilla kiviainesten tuotantokohteissa ja rakennuskohteissa. Kuningasvesiliukoiset arseenipitoisuudet näytteissä (180 kpl) olivat 0,80 - 115,6 mg/kg, joista 179 näytteen arseenipitoisuus oli 0,80 - 40,0 mg/kg. Kallioperän keskimääräinen arseenipitoisuus oli 3,1 mg/kg (mediaaniarvo).

Arseenitutkimusten näytteenoton yhteydessä ei määritetty näytepisteiden kivilajeja, vaan kivilajien määritykset tehtiin jälkikäteen karttatulkintana GTK:n DigiKP-kallioperäaineistoon perustuvasta kallioperäkartasta (Hatakka ja muut 2014). Tällainen menettely ei ole yhtä virheetöntä kuin kivilajin havainnointi maastossa näyttöönoton yhteydessä ja näytepisteiden sijoittuminen väärään kivilajiluokkaan on mahdollista.

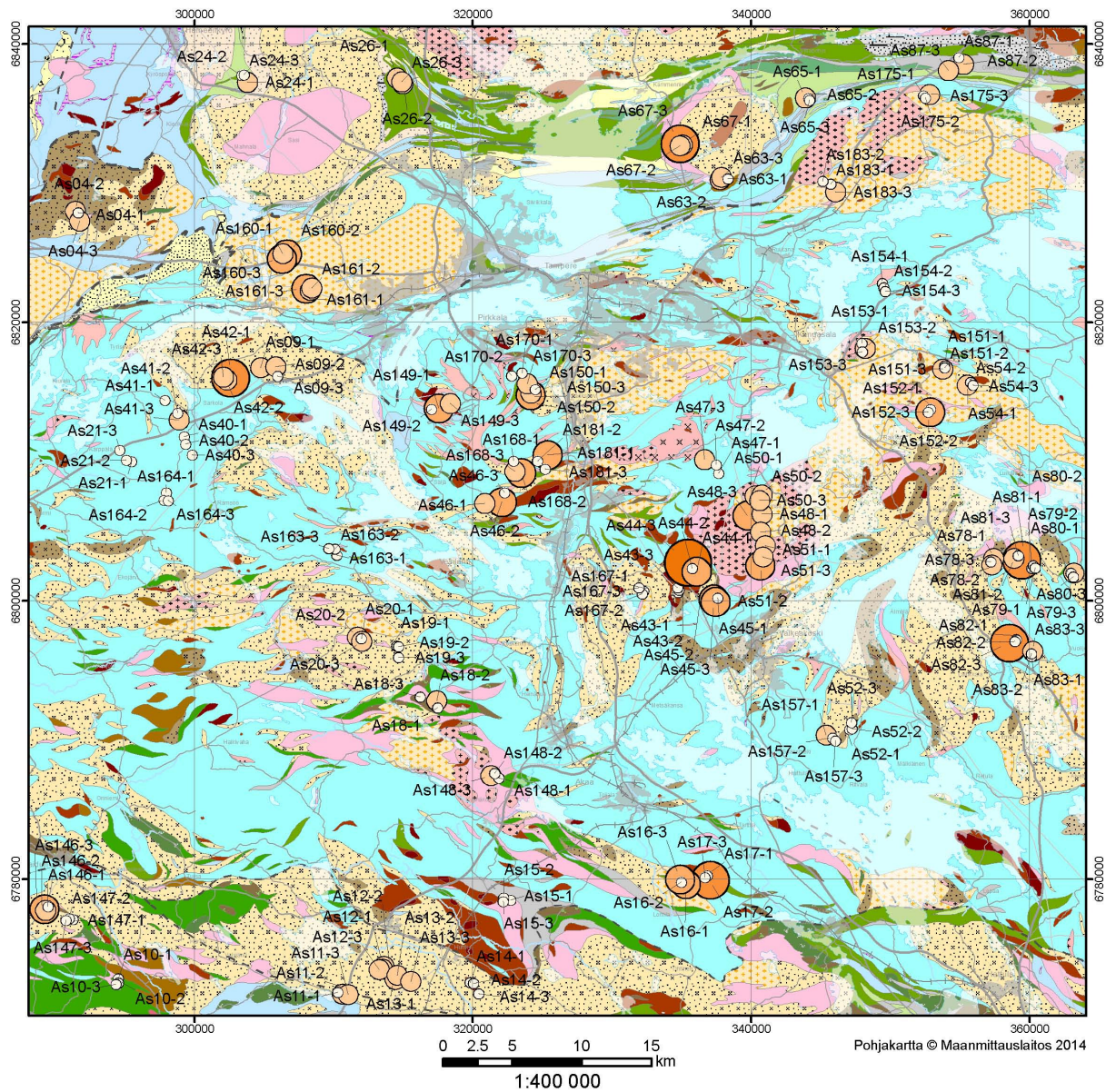
Keskimäärin eniten arseenia eteläisen Pirkanmaan kallioperässä on POSKI- ja ASROCKS-hankkeiden tutkimusaineiston perusteella gabroissa (Hatakka ja muut 2014). Pegmatiittigraniitin ja plagioklaasiporfyyriitin arseenipitoisuudet ovat tässä aineistossa myös suuret, mutta molempia kivilajeja edustaa vain kaksi näytettä. Suurimmat yksittäiset arseenipitoisuudet ovat gabroissa, biotiittiparaliuskeessa ja granodioriiteissa.

Vertailtaessa POSKI- ja ASROCKS-hankkeiden kallioperänäytteiden ja koko maan litogeo-kemian aineiston arseenipitoisuuksia on havaittu, että kivilajista riippumatta eteläisen Pirkanmaan kallioperän arseenipitoisuudet ovat pääsääntöisesti suuremmat kuin muualla maassa (Hatakka ja muut 2014). Tosin useimmissa POSKI-hankkeen näytteiden kivilajiluokissa näytemäärät ovat pieniä ja aineistojen analyysitekniikat poikkeavat toisistaan, joten tulokset ovat vain suuntaa-antavia.

Eteläisen Pirkanmaan kallioperän kivilajeista biotiittiparaliuskeen, granodioriitin ja porfyrisen granodioriitin arseenipitoisuudet ovat pääsääntöisesti varsin pienet (Hatakka ja muut 2014). Näissä kivilajeissa mahdollisesti esiintyvät suuret arseenipitoisuudet liittyvät todennäköisesti arseenin esiintymiseen sulkeumissa tai arseenin rikastumiseen kivien rakopinnoille tai hiertovyöhykkeisiin. ASROCKS-hankkeen kallioperänäytteissä arseenipitoisuudet ovat todella suuria gabroissa, ja vaikka kaikki tutkitut gabronäytteet on otettu varsin pienalaisista tutkimuskohteista Pirkkalan ja Lempäälän kuntien alueelta, myös POSKI-hankkeen tulokset tukevat sitä, että gabroa olevilla kallioalueilla maa- ja kalliokiviainestuotannossa sekä rakentamisessa tulisi kiinnittää erityistä huomiota arseeniriskiin. Toisaalta litogeo-kemian aineistossa koko Suomen gabrojen keskimääräinen arseenipitoisuus ei ole suurempi kuin muiden kivilajien arseenipitoisuus, joten osa gabroista sisältää vain vähän arseenia. Ainoastaan kivilajimäärityksen perusteella kalliokiviaineksen tuotantoalueen tai rakentamisalueen arseeniriskiä ei voida arvioida, koska myös niissä kivilajeissa, joissa arseenipitoisuuksien yleisesti tiedetään olevan pieniä, saattaa arseenia esiintyä esim. sulkeumissa tai rikastuneena kallion rakopinnoille, juonien yhteyteen tai hiertovyöhykkeisiin.

Kuningasvesiliukoisista arseenipitoisuuksista laskettiin kallioperän arseenille alueelliset taustapitoisuusarvot kivilajeittain (Hatakka ja muut 2014). Tilastollisesti merkittäviä arvot ovat vain biotiittiparaliuske-, granodioriitti- ja porfyrisen granodioriitti-luokissa, koska muiden luokkien näytemäärät ovat liian pieniä, ja siten vain suuntaa-antavia. Taustapitoisuus biotiittiparaliuskeelle oli 6,3/6,6 mg As/kg (44 näytettä), granodioriitille 12,9 mg As/kg (41 näytettä), porfyriselle granodioriitille 16,9 mg As/kg (30 näytettä) ja koko aineistolle 13,4 mg As/kg (180 näytettä).

Arseeni tutkimuskohteet vuonna 2014

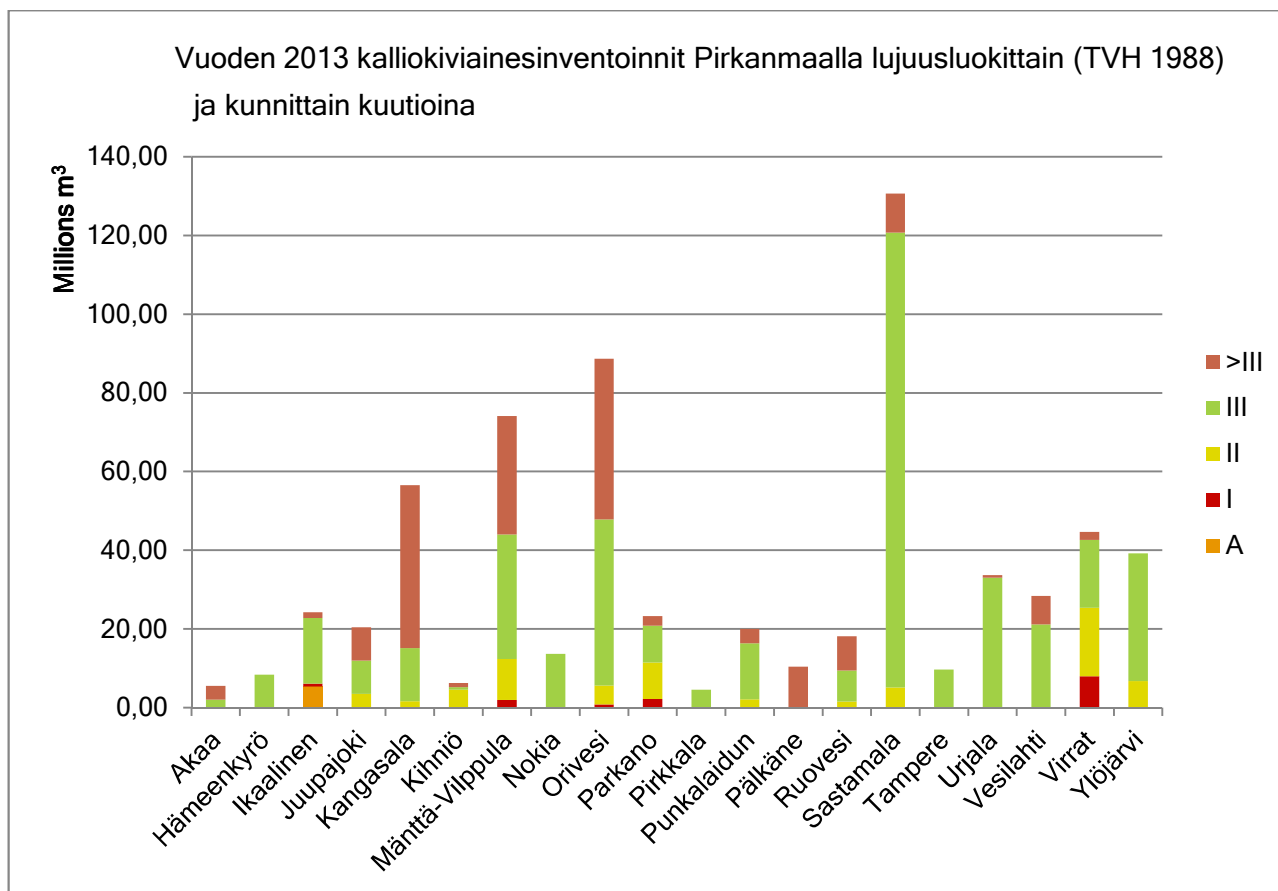


Kuva 3. Arsenimittauspisteiden sijoittuminen Pirkanmaan kallioperäkartalle.

3. Yhteenveto vuonna 2013 tutkittujen kallioiden kiviaineksen lujuusarvoista

Parasta kiviainesta löydettiin vuonna 2013 tutkituilla POSKI-projektin tutkimusalueilla Parkanon ja Ikaalisten kuntien alueilta. Alueilta saatavat vulkaniitit ovat TVH 1988 luokituksessa parhaimmillaan A, yleensä I - II luokkaa. Yleensä graniiteista ja myös granodioriiteista saatavat kiviainekset ovat lujuudeltaan parhaimmillaan II-luokkaa TVH 1988 mukaan ja vuoden 1995 luokituksen mukaan III-luokkaa. Erityyppiset, kiillepitoiset gneissit, porfyiriset graniitit ja porfyiriset granodioriiti ovat yleensä lujuudeltaan korkeintaan III-luokkaa, usein luokattomia (TVH 1988), TIEL:n 1995 luokituksessa nämä kivet ovat lujuudeltaan IV-luokkaa tai luokattomia. Näitä kiviaineksia voidaan käyttää ympäristörakentamiseen kuten meluvalleihin ja peitteisiin, joihin kelpaavat myös laadullisesti heikommät materiaalit.

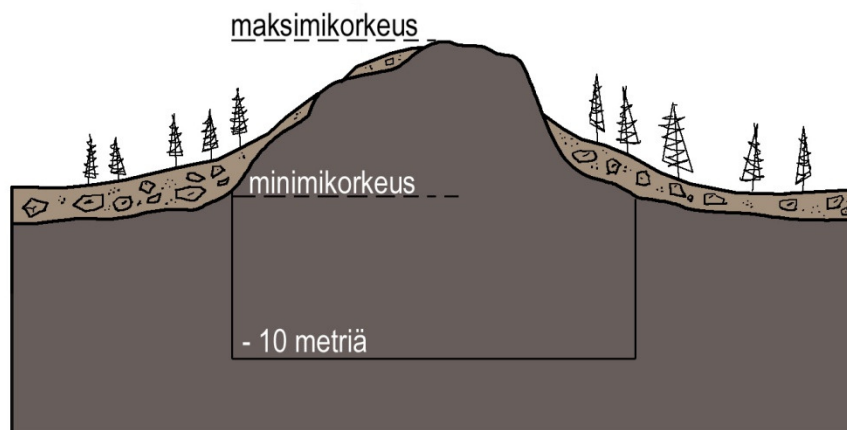
Kiviainesmäärät on laskettu Pirkanmaan alueella maiseman 0-tasoon (kuva 5).



Kuva 3. Pirkanmaan alueen inventoitujen kallioiden kiviainesvarojen jakaantuminen graafisesti lujuuden mukaan (TVH 1988).

4. Kallioaluekuvaukset

Inventoitujen kallioalueiden kiviainesmäärät on arvioitu laskemalla kiviainesmäärä, joka jää muodostuman korkeimman kohdan ja maaston 0-tason välille. Tällä menetelmällä tehdyt laskelmat eivät ole tarkkoja, mutta niitä voidaan pitää suuntaa antavina arvioina.



Kuva 5. Kallioalueen poikkileikkaus. Kiviaineksen määräärvioon lasketaan se kiviainesmäärä, joka on tasojen "maksimikorkeus" ja "minimikorkeus" välillä. Kiviainesmäärä on se arvioitu kiintokuutiomäärä, joka on maaston 0-tason (= minimikorkeus) yläpuolella oleva kiintokuutiomäärä. Ilmoitettuja kiintokuutiomääriä on pidettävä lähinnä suuntaa-antavina. Kuvassa olevaa -10 metriä käytetään laskelmissa vain Pohjanmaalla ja erityistapauksissa.

Jokainen POSKI-hankkeessa vuonna 2013 tutkittu kallioalue kuvataan kunnittain liitesarjassa 4 - 23 (GTK:n kiviainesrekisterin tulostus).

Kunkin kunnan kohdalla on ensimmäisenä esitetty inventoitujen kallioalueiden sijainti kartalla, toisena tutkittujen kallioalueiden lujuusluokat TIEL:n 1995 ja TVH:n 1988 luokituksen mukaisesti. Kolmantena on esitetty kuntakohtainen yhteenveto tutkittujen alueiden kiviainesmääristä lujuusluokittain ja neljäntenä kunkin kunnan alueella tehtyjen arseenimitausten tulokset suuruusluokittain sekä niiden sijainti kartalla. Lopuissa liitteissä ovat kallioaluekohtaiset tulosteet jokaisesta inventoidusta kallioalueesta.

Kallioaluekohtaisen tulosteen alussa on taulukkomuotoinen osa, josta ilmenevät paikkatiedot kartastokoordinaatistossa (ETRS-TM35FIN -tasokoordinaatit), kallioalueilla esiintyvät kivilajit, niiden raekoko ja suhteelliset osuudet. Kohdekohtaisen tulosteen oikeassa yläkulmassa oleva päivämäärä tarkoittaa sitä ajankohtaa, jolloin kallioalueen tiedot on viimeksi tarkistettu.

Taulukkomuotoisen tulostuksen jälkeen on jokaisesta kohteesta lyhyt tekstimuotoinen kuvaus, jossa myös voidaan ottaa kantaa alueelta saatavan kiviaineksen laatuun. Tekstimuotoisessa kuvausosassa esitetään lisäksi kohteen tieyhteydet ja puusto. Lisäksi siinä voidaan kuvata kallioalueen mahdollisen hyväksikäytön kannalta merkittäviä asioita kuten esimerkiksi mäen muoto, kalliojyrkänteiden eli rintausten esiintyminen, korkeus jne.

Espoossa 18.11.2014

Geologi

Heikki Nurmi

Lähteet:

Alkio, R. ja Vuorinen, J., 1990. Päälystetikiviaineksen tutkimusmenetelmien kehittäminen. Asfalttipäälysteiden tutkimusohjelma ASTO 1987 - 1992. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tie- ja liikennelaboratorio n:o 763. 74 s.

Britschgi, Ritva (Ed.) 1996. Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen - esiselvitys Vaasan seudulla. Abstract: The adjustment of groundwater protection with stone material service - preliminary study in Vaasa region. Suomen ympäristö 7. 88 s.

Britschgi, Ritva; Axell, Maj-Britt; Hintsu, Jorma; Iso-Tuisku, Matti; Kurkinen, Ilpo; Lyytikäinen, Ari; Pahtamaa, Tuukka; Peltola, Heikki; Rönkkö, Kyösti; Vuokko, Jouko 1999. Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen - loppuraportti Vaasan-Seinäjoen alueelta. Samordning av grundvattenskyddet och stenmaterialförsörjningen - slutrapport från Vasa-Seinäjoki-regionen. Alueelliset ympäristöjulkaisut 103. 162 p. + 3 app. Maps

Britschgi, Ritva; Ahonen Ismo, Lyytikäinen Ari, Pasi Lähteenmäki, Nurmi Heikki, ja Salonen Vesa 2000. Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen - loppuraportti Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen - loppuraportti Salon seudulta. Varsinais-Suomen liitto. 80 s. + 3 karttaa.

Britschgi, Ritva; Ahonen, Ismo; Lammila, Jyrki; Lähteenmäki, Pasi; Sahala, Lauri; Vuokko, Jouko 2003. Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen : Satakunnan loppuraportti. Satakuntaliitto. Sarja A 267. 91 p. + 3 app. maps.

Gustafsson, Juhani (ed.); Innamaa, Matti; Vänskä, Matti; Fagerlund, Pertti; Heino, Mikko; Haume, Esko; Jokinen, Pekka; Kasari, Teuvo; Koski, Heikki; Kurkinen, Ilpo; Lyytikäinen, Ari; Sipilä, Pekka 2001. Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen - Pirkanmaan loppuraportti. Abstract: The adjustment of groundwater protection with aggregate service - final report from Pirkanmaa region. Alueelliset ympäristöjulkaisut 228. 126 p.

Hamari, Risto; Husa, Jukka; Rintanen, Tapio 1992. Luonnon- ja maisemansuojelun kannalta arvokkaat kalliialueet Kymen läänissä : tutkimusraportti 1992. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 353. 267 p.

Heikkilä, P., Jokinen, J. ja Matikainen, R., 1990. Louhinta- ja murskaustavan vaikutus päälystetikiviaineksen laatuun. Asfalttipäälysteiden tutkimusohjelma ASTO. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tie- ja liikennelaboratorio n:o 768. 49 s.

Hatakka, Tarja; Nurmi, Heikki; Tarvainen, Timo; Backman, Birgitta; Vuokko, Jouko ja Härmä, Paavo. 2014. ASROCKS-hankkeen selvitys Pirkanmaan kallioperän arseenipitoisuuksista kalliokiviaineksen tuotantoon kaavailuilla alueilla. Arkitointiraportti 93/2014. Geologian tutkimuskeskus. 21 s.

Kajoniemi, Mikko; Eskelinen, Anu; Keskitalo, Katriina; Rajamäki, Raimo; Rautanen, Heidi; Sahala, Lauri; Sääksniemi, Eerikki; Timperi, Jukka; Tossavainen, Jyrki; Vallius, Pekka; Vuokko, Jouko 2008. Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen - Etelä-Karjalan loppuraportti. Abstract: The adjustment of groundwater protection with aggregate service - final report from Etelä-Karjala region. Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 2. Kouvola: Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 139 p. + 3 app. maps

Korsman, K. (ed.); Koistinen, T. (ed.); Kohonen, J. (ed.); Wennerström, M. (ed.); Ekdahl, E. (ed.); Honkamo, M. (ed.); Idman, H. (ed.); Pekkala, Y. (ed.) 1997. Suomen kallioperäkarta - Berggrund over Finland - Bedrock map of Finland 1:1 000 000. Espoo. Geologian tutkimuskeskus.

Keskitalo, Katriina (ed.); Kurkinen, Ilpo; Malkavaara, Terhi; Liljeqvist, Lasse; Lyytikäinen, Ari; Nurmi, Heikki; Ranta, Panu; Sahala, Lauri; Timperi, Jukka; Tossavainen, Jyrki; Vallinkoski, Veli-Matti; Britschgi, Ritva 2004. Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen - Kymenlaakson loppuraportti. Abstract: The adjustment of groundwater protection with aggregate service - final report from Kymenlaakso region. Alueelliset ympäristöjulkaisut 349. 134 p. + 3 app. maps.

Nironen, Mikko 2003. Keski-Suomen granitoidikompleksi. Karttaselitys. Summary: Central Finland Granitoid complex - Explanation to a map. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti-Geological Survey of Finland, Report of Investigation 157. 154 sivua, 14 kuvaa, kaksi taulukkoa ja liitekartta.

Suominen, V. 1990. Kiviainekseltaan arvokkaiden kalliialueiden inventointiprojekti, työmenetelmät. Geologian tutkimuskeskus, KA/10.2/90/1. 20 s.

TIEH, 1991. Murskaustyöt: Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. 17 s.

TIEL, 1995. Murskaustyöt: Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. 22 s.

TVH, 1988. Päälystestyöt: Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. 33 s.

Liite 1.a Geologisten termien selitykset

Huom ! Nuolimerkintä (->) termien selityksissä tarkoittaa sitä, että nuolella merkityn sanan selitys löytyy myös tästä liitteestä.

aksesorinen mineraali: Mineraali, tai mineraaleja, joita kivessä on alle 5 %.

amfiboli: Kiderakenteeltaan pitkänomainen ja ulkonäöltään sälöinen, puikkoinen tai kuituinen silikaatti. Yleisin amfiboli kivissä on sarvivälke (->). Amfibolit ovat sitkeitä mineraaleja.

amfiboliitti: Suuntautunut, hienorakeinen metamorfinen (->) kivilaji (->), jonka päämineraalit ovat amfiboli (->) ja plagioklaasi (->).

anorogeeninen: Orogeniassa (->) ajanjakson ulkopuolella tapahtuva.

apliitti: Hienorakeinen, vaalea juonikivilaji (->).

biotiiitti: Tumma kiillemineraali (->).

breksia: Rakenne, missä kivessä on sulkeumana kulmikkaita muita kivilajimurskaleita.

deformaatio: Yleistermi, joka tarkoittaa mistä hyvänsä syystä johtuvaa kappaleen tai aineen muodon tai rakenteen muutosta.

diabaasi: Tumma emäksinen (->) juonikivi (->). Maankuoren sisällä, mutta suhteellisen lähellä maanpintaa suoraan magmasta kiteytynyt, emäksinen, yleensä tumma kivi.

emäksinen: Katso happamuus.

erodoituminen: Maanpinnan kuluminen, 'aleneminen', mekaanisen ja kemiallisen kulutuksen ja rapautumisen johdosta.

fragmentti: Mineraalin tai kivilajin särkyessä muodostunut kulmikas, terävärajainen murtokappale, joka saattaa olla sulkeumana toisessa kivilajissa.

fylliitti: Kohtalaisesti tai voimakkaasti liuskeinen, hyvin hienorakeinen, heikosti metamorfinen (->) kivilaji, jonka päämineraalit ovat muskoviitti (->) tai biotiitti (->), plagioklaasi (->) ja kvartsi (->).

gabro: Emäksinen (->) syväkivi (->).

gneissi: Heikosti tai korkeintaan kohtalaisesti liuskeinen metamorfinen (->) kivilaji.

graniitti: Hapan (->), väriltään yleensä vaalea syväkivi (->), jonka päämineraalit ovat kalimaasälpä (->), plagioklaasi (->), kvartsi sekä muskoviitti (->) ja/tai biotiitti (->).

granitoidit: graniitin, granodioriitin ja muutamien niitä muistuttavien kivilajien yhteisnimitys.

granoblastinen: Metamorfinen (->) rakenne, jossa raekooltaan tasarakeiset mineraalit eivät ole voimakkaasti suuntautuneet.

granodioriitti: Hapan syväkivi (->), jonka päämineraalit ovat plagioklaasi (->), kvartsi, kalimaasälpä (->) ja biotiitti (->) tai sarvivälke (->).

hajarae: Kiven yleistä raekokoa selvästi suurempi rae.

happamuus: Kivet jaetaan niiden SiO₂-pitoisuuden perusteella erilaisiin luokkiin seuraavasti:

hapan kivi SiO₂ > 66 %

intermediäärinen kivi SiO₂ = 52 - 66 %

emäksinen kivi SiO₂ = 45 - 52 %

ultraemäksinen kivi SiO₂ < 45 %

intermediäärinen: Kivi, jonka SiO₂-pitoisuus on 52 - 66 %.

Liite 1.b Geologisten termien selitykset

juoni: Levymäinen massa kivilajia, joka on ympäröivää kiveä nuorempi. Juoni voi olla kerrosmyötäinen tai leikkaava suhteessa ympäröivään kiveen.

kalimaasälpä: Kaliumpitoinen maasälpäryhmän (->) mineraali. Yleinen graniiteissa (->) ja granodioriteissa (->).

kiille: Ryhmä silikaattimineraaleja, joiden kiderakenne ja ulkomuoto on levymäinen. Kiilteet ovat pehmeitä ja kohtalaisen sitkeitä mineraaleja, jotka helposti lohkeavat ohuiksi levyiksi.

kiillegneissi: Heikosti tai kohtalaisesti liuskeinen, metamorfinen (->) kivilaji, jonka päämineraalit ovat biotiitti (->), plagioklaasi ja kvartsi, usein myös granaatti (->) tai kordieriitti (->).

kiilleliuske: Kohtalaisesti tai voimakkaasti liuskeinen, metamorfinen (->) kivilaji, jonka päämineraalit ovat muskoviitti tai biotiitti (->), plagioklaasi (->) ja kvartsi.

kiisu: Useiden sulfidimalmimineraalien yhteisnimitys.

kivilaji: Tavallisesti useasta eri mineraalista koostuva kova (kiteinen) kivi, jonka nimi määräytyy mineraalikoostumuksen, rakenteen ja syntyolosuhteiden mukaan.

kvartsi: Hyvin yleinen mineraali, jonka kemiallinen koostumus on SiO₂ (piidioksidi).

kvartsidioriitti: Intermediäärinen (ks. happamuus) syväkivi (->), jonka päämineraalit ovat plagioklaasi (->), biotiitti (->), sarvivälke (->) ja kvartsi.

kvartsi-maasälpägneissi: Gneissi (->), jonka päämineraalit ovat kvartsi sekä plagioklaasi (->) ja/tai kalimaasälpä (->).

lahdelmaisuus: Mineraalirakeiden väliset saumat ovat lahdelmaiset silloin, kun rakeiden reunat muodostavat ikään kuin niemiä ja lahtia; rakeet ovat osin sormimaisesti toistensa lomassa.

liuske: Yhteisnimitys eräille voimakkaasti suuntautuneille ja usein helposti laatoiksi lohkeaville metamorfisille (->) kivilajeille (->).

liuskeisuus: Levymäisten ja puikkoisten mineraalirakeiden muodostama yhdensuuntainen, tasomainen rakenne kivessä.

maasälpä: Alumiinisilikaattimineraali. Tavallisimmat maasälvät ovat kalimaasälpä (->) ja plagioklaasi (->).

mafinen: Fe- ja Mg-rikas kivi, joka yleensä on väriltään tumma.

mafiset kivilajit: Runsaasti rauta- ja magnesiumipitoisia mineraaleja (->) sisältäviä kivilajeja, esim. gabro (->).

magma: Kivisula.

metamorfinen: Kivilaji, jonka mineraalikoostumus ja rakenne ovat muuttuneet alkuperäisestä lämpötilan ja paineen vaikutuksesta. Kaikki gneissit (->) ja useimmat liuskeet ovat metamorfisia kivilajeja.

migmatiitti: Seoskivilaji, jossa vanhempaan kivilajiin on sekoittunut yhtä tai useampaa nuorempaa kivilajia (->). Esim. suonigneissi on yleinen migmatiittityyppi.

mikroklini: Kalimaasälvän (->) toinen yleinen muoto. Eroaa toisesta yleisestä muodosta, ortoklaasista, kiderakenteensa perusteella. Merkittävää kovuus- ja rapautumisherkkyyseroa näillä tyypeillä ei ole.

mineraali: Kiteinen yhdiste, jolla on tietty kemiallinen koostumus ja kiderakenne.

muskoviitti: Vaalea kiillemineraali (->).

muuttuminen: Mineraalien "sisäinen rapautuminen", esim. plagioklaasin serisiittyminen. Muuttuminen on yleensä havaittavissa vain mikroskooppisesti.

ohuthie: Kivestä mikroskooppitutkimuksia varten tehtävä preparaatti: 0,03 mm paksu kivileike, joka on liimattu kahden lasilevyn väliin. Sen pinta-ala on n. 2 X 3 cm.

ohuthie, kiilloitettu: ohuthie (->), joka on liimattu yhdelle lasilevylle ja kiilloitettu toiselta pinnaltaan.

opaakki: Ohuthieessäkin valoa läpäisemätön mineraali. Useimmat malmimineraalit ovat opaakkeja.

Liite 1.c Geologisten termien selitykset

orogenia: Yleisnimi vuorijonomuodostumisen ajalle (miljoonia vuosia pitkä), jolloin tietyllä alueella (esim. 400 x 1500 km) tapahtui mm. sedimenttien kasaantumista mereen, merellisen altaan sulkeutuminen, tulivuoritoimintaa, vuorijonon kohoamista, syväkivien muodostumista yms.

ovoidi: Kalimääsälpähajarae (->) rapakivessä, jossa vaalea (->) plagioklaasireunus.

paleosoomi: Migmatiitissa (->) oleva vanhempi kivilaji (->).

pegmatiitti: Kivilaji, jonka raekoko on yli 20 mm. Pegmatiitti vastaa koostumukseltaan yleensä graniittia (->) ja esiintyy juonina tai suonina muiden kivien ympäröimänä tai leikaten niitä.

peruskallio: Syvälle kuluneiden muinaisvuoristojen juuriosille tyypillinen, pääasiallisesti metamorfisista (->) ja syväkivistä (->) koostuva kallioperä.

pilsteinen: Heikosti suuntautunut syväkivi (->) tai syväkivimäinen gneissi (->).

plagioklaasi: Na-Ca -maasälpä (->). Kallioperän yleisin mineraali. Koostumus vaihtelee Na-maasälvästä (albiitti) Ca-maasälpään (anortiitti) ja kaikki mahdolliset Na-Ca-yhdistelmät esiintyvät kivissä.

porfyry: Hajarakeita (->) sisältävä kivilaji.

porfyrynen: Hajarakeita (->), ts. kiven yleistä raekokoa suurempia mineraalirakeita sisältävä. Maasälpä (->) esiintyy monissa kivissä myös porfyryisinä rakeina.

pyrokseenit: Ryhmä hyvin vaihtelevan koostumuksen omaavia, melko kovia silikaatteja.

rapakivi: Hapan (->), väriltään yleensä vaalea syväkivi (->), jonka päämineraalit ovat kalimaasälpä (->), plagioklaasi (->), kvartsi sekä muskoviitti (->) ja/tai biotiitti (->). Eroa rakenteensa puolesta graniitista, sisältäen usein (->) ovoideja, jolloin sitä kutsutaan (->) viborgiitiksi. Nimensä mukaisesti usein (->) rapautuvat.

rapautuminen: Kiven asteittainen hajoaminen ilmaston ja/tai kemiallisten reaktioiden vaikutuksesta.

rikkikiisu: Rautasulfidi, yleinen sulfidimineraali.

Rp: Kivilaadun rapautuneisuuden tunnuksat; Rp 0 = kivi on rapautumaton, Rp 1 = kivi on vähän rapautunut, Rp 2 = kivi on runsaasti rapautunut ja Rp 3 = kivi on täysin rapautunut.

ruhje: Voimakkaasti rikkoutunut, usein kapea vyöhyke kallioperässä. Voi pituussuunnassa jatkua muutamasta metristä jopa satoihin kilometreihin. Ruhjeeseen liittyvissä särkymisraoissa on usein paisuvahilaisia (->) mineraaleja, jopa kalliio-savea. Toisaalta ruhjoutunut kivi voi olla kiteytynyt uudelleen hyvinkin lujaksi massaksi.

sarvivälke: Yleinen amfibolimineraali (->).

sulkeuma: Kappale toista kivilajia (tai mineraalia) toisen kivilajin (tai mineraalin) sisällä.

suonigneissi: raitainen kivi, jossa yleensä muutaman sentin paksuiset gneissi- (->) ja graniittiraidat (->) vuorottelevat.

svekofennialainen (svekofenninen) : Eteläisen Suomen merkittävimmän ns. vuorijonomuodostumisen (orogenian) nimi. Tapahtui noin 1900-1800 miljoonaa vuotta sitten.

syväkivi: Syvällä maankuoressa sulasta jähmettynyt kivilaji.

titaniitti: Kalsiumpitoinen titaanisilikaatti. Yleinen, mutta esiintyy kivissä tavallisesti hyvin pieninä määrinä.

tonaliitti: Hapan syväkivi (->), jonka päämineraalit ovat plagioklaasi (->), kvartsi (->) ja biotiitti (->). Kalimaasälpää (->) siinä on hyvin vähän.

vulkaaninen: Vulkaaniseen eli tulivuoritoimintaan liittyvä.

vulkaniitti: Vulkaanisen eli tuliperäisen toiminnan tuloksena syntynyt kivilaji, esim. laavakivi.

Liite 2. a Pirkanmaan kuntien alueilta tehtyjen lujuustestien tulokset

Lujuusluokitus

Liitteessä 2.a on esitetty murskeiden lujuusluokat ja vaatimusrajat TVH 1988 ja TIEL 1995 luokitusten mukaisesti.

Liitteessä 2.b ja 2.c on esitetty v. 2013 Poski-projektin kartoituksen aikana tehtyjen teknisten testien tulokset.

TVH 1988

Murskeiden lujuusluokat ja niiden vaatimusrajat, TVH 1988 täydennettynä TIEH 1991 hioutuvuusarvoilla

Lujuusluokka	Hioutuvuus-luku	Parannettu haurausarvo	Los Angeles -luku
A	≤ 1.8	≤ 18	≤ 20
I	≤ 2.3	≤ 22	≤ 25
II	≤ 2.8	≤ 26	≤ 30
III	≤ 3.3	≤ 30	≤ 35

TIEL 1995

Murskeiden lujuusluokat ja niiden vaatimusrajat vuonna 1995 voimassa olleiden vaatimusten mukaan (TIEL 1995)
Päälystekiiviainesten luokitus

Lujuusluokka	Pistekuormitus-indeksi Is(50) PANK-2206	Kuulamylyarvo PANK-2207
I	≥ 13	≤ 7
II	≥ 10	≤ 10
III	≥ 8	≤ 14
IV	≥ 6	≤ 19

TIEL 1995

Murskeiden lujuusluokat ja niiden vaatimusrajat vuonna 1995 voimassa olleiden vaatimusten mukaan (TIEL 1995)
Sitomattomiin rakennekerroksiin käytettävien kiviainesten lujuusluokitus.

Lujuusluokka	Los Angeles luku PANK-2201	Kuulamylyarvo PANK-2207
I	≤ 15	≤ 7
II	≤ 20	≤ 10
III	≤ 25	≤ 14
IV	≤ 30	≤ 19

Liite 2.b Pirkanmaan kuntien alueilta tehtyjen lujustestien tulokset

Lujustestien tulokset

Pirkanmaan POSKI-projektin kartoituksessa vuonna 2013 tutkittujen kallioalueiden lujusluokituksen perusteena olevat lujusmääritykset on esitetty taulukoissa 1a, 1b, 1c ja 1d.

GRDR = granodioriitti, KLOL = kloriitiliuske, KVDR = kvartsidioriitti, KVMSGN = kvartsimaasälpagneissi, KVPLGGN = kvartsiplagioklaasigneissi, KVPLGL = kvartsimaasälpäliuske, LEUKOGR = leukograniitti, MONTSOGR = montsograniitti, SVGN = sarvivälkegneissi, TON = tonaliitti.

Näytteiden mineraalikoostumukset ovat liitteen 3.a-c taulukoissa 2a, 2b, 2c ja 2d.

Taulukko 1a. Näytteet HKN-13-48, HKN-13-49, HKN-13-55, HKN-13-92 ja HKN-13-120

Näyte	HKN-13-48	HKN-13-49	HKN-13-55	HKN-13-92	HKN-13-120
Kivilaji					
Kiintotiheys (SFS-EN 1097-6)	2.80	2.83	2.66	2.69	2.79
Los Angeles luku (SFS-EN 1097-2)	22	23	16	27	30
Kuulamyyllyarvo (PANK-2207)	15	19.6	7.3	13.4	19.3
Lujusluokka (1988 mukaan)	III	>III	A	III	>III
Lujusluokka (1995 mukaan)	IV	>IV	II	IV	>IV

Näytetiedot:

Näyte	Paikka	x	y	Kunta
HKN-13-48	Katajasuo SE	6823836	273731	Sastamala
HKN-13-49	Pikku Kupulavuori	6823187	273676	Sastamala
HKN-13-55	Iilivuoret	6820789	278805	Sastamala
HKN-13-92	Pumikanmaa W	6802987	275212	Sastamala
HKN-13-120	Lamminperä W	6816321	305886	Nokia

Taulukko 1b. Näytteet PAH-13-9, PAH-13-23, PAH-13-43, PAH-13-66 ja PAH-13-83

Näyte	PAH-13-9	PAH-13-23	PAH-13-43	PAH-13-66	PAH-13-83
Kivilaji					
Kiintotiheys (SFS-EN 1097-6)	2.70	2.77	2.67	2.69	2.74
Los Angeles luku (SFS-EN 1097-2)	20	26	19	16	18
Kuulamyyllyarvo (PANK-2207)	8.8	15.5	7.7	6.4	12.8
Lujusluokka (1988 mukaan)	A	II	A	A	I
Lujusluokka (1995 mukaan)	II	IV	II	II	III

Näytetiedot:

Näyte	Paikka	x	y	Kunta
PAH-13-9	Sarvikorpi	6909632	334571	Virrat
PAH-13-23	Roskalanvuori	6881649	342526	Ruovesi
PAH-13-43	Likaslammi S	6889816	358436	Virrat
PAH-13-66	Palokangas E	6874572	287018	Ikaalinen
PAH-13-83	Lehmivuori	6877315	299842	Parkano

Liite 2.c Pirkanmaan kuntien alueilta tehtyjen lujuustestien tulokset

Taulukko 1c. Näytteet JKV-13-13, JKV-13-40, JKV-13-68, JKV-13-75 ja JKV-13-88

Näyte	JKV-13-13	JKV-13-40	JKV-13-68	JKV-13-75	JKV-13-88
Kivilaji					
Kiintotiheys (SFS-EN 1097-6)	2.77	2.68	2.82	2.79	2.90
Los Angeles luku (SFS-EN 1097-2)	17	17	23	12	25
Kuulamylyarvo (PANK-2207)	11.6	15.9	17.4	14.2	14.7
Lujuusluokka (1988 mukaan)	II	III	III	III	III
Lujuusluokka (1995 mukaan)	III	IV	IV	IV	IV

Näytetiedot:

Näyte	Paikka	x	y	Kunta
JKV-13-13	Tervavuori E	6776881	327915	Akaa
JKV-13-40	Koppelonvuori	6817638	372872	Kangasala
JKV-13-68	Aukeasuo S	6844442	373348	Orivesi
JKV-13-75	Reunavuori	6850488	360651	Juupajoki
JKV-13-88	Välivuori	6845475	373348	Orivesi

Taulukko 1d. Näytteet TIN 13-22, TIN 13-55, TIN 13-56, TIN 13-77 ja TIN 13-79

Näyte	TIN-13-22	TIN-13-55	TIN-13-56	TIN-13-77	TIN-13-79
Kivilaji					
Kiintotiheys (SFS-EN 1097-6)	2.82	2.64	2.87	2.72	2.85
Los Angeles luku (SFS-EN 1097-2)	30	19	17	20	15
Kuulamylyarvo (PANK-2207)	21.3	7	11.3	16.6	10.3
Lujuusluokka (1988 mukaan)	>III	I	II	III	II
Lujuusluokka (1995 mukaan)	>IV	II	III	IV	III

Näytetiedot:

Näyte	Paikka	x	y	Kunta
TIN-13-22	Pimeävuori	6778856	314401	Urjala
TIN-13-55	Silmisuo NE	6861186	329153	Ylöjärvi
TIN-13-56	Silmisuo NW	6861485	328566	Ylöjärvi
TIN-13-77	Tohlenmaankallio	6837770	302772	Hämeenkyrö
TIN-13-79	Suosaarensuo E	6837267	303709	Hämeenkyrö

Liite 3.a Pirkanmaan kuntien alueilta tehdyt ohuthietutkimukset

Näytteiden mineraalikoostumukset

Pirkanmaan POSKI-projektin alueelta vuonna 2013 tutkittujen kalliialueiden kivien mineraalikoostumukset on esitetty tilavuusprosentteina taulukoissa 2a, 2b, 2c ja 2d. Määrät on laskettu ohuthieistä pistelaskumenetelmällä pistemäärän ollessa 1000 kpl/ohuthie. Opaakkimineraalit ovat pääosin magnetiittia/ilmeniittä ja vähän rikkikiisua.

GRDR = granodioriitti, KLOL = kloriitiliuske, KVDR = kvartsidioriitti, KVMSGN = kvartsimaasälpagneissi, KVPLGGN = kvartsiplagioklaasigneissi, KVPLGL = kvartsimaasälpäliuske, LEUKOGR = leukograniitti, MONTSOGR = montsograniitti, SVGN = sarvivälkegneissi, TON = tonaliitti.

Näytteiden tekniset lujusarvot ovat liitteen 2.b ja 2.c taulukoissa 1a, 1b, 1c ja 1d.

Taulukko 2a. Näytteet HKN-13-48, HKN-13-49, HKN-13-55, HKN-13-92 ja HKN-13-120

Tunnus	HKN-13-48	HKN-13-49	HKN-13-55	HKN-13-92	HKN-13-120
Kivilaji	TON	KVDR	KVPLGGN	GRDR	TON
kvartsi	15	10	50	30	15
kalimaasälpä	5	+	+	10	5
plagioklaasi	50	40	45	40	50
serisiitti					
biotiiitti	20		+	15	10
amfiboli	10	20		5	20
kloriitti		30			
muskoviitti		+	+	+	+
serisiitti					
opaakki		+	+		+
karbonaatti			5		+
epidootti		+	+	+	+
titaniitti					
zirkoni	+			+	+
granaatti	+				
apatiitti	+	+			+
Yhteensä	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Näytetiedot:

Näyte	Paikka	y	x	Kunta
HKN-13-48	Katajasuo SE	6823836	273731	Sastamala
HKN-13-49	Pikku Kupulavuori	6823187	273676	Sastamala
HKN-13-55	Iilivuoret	6820789	278805	Sastamala
HKN-13-92	Pumikanmaa W	6802987	275212	Sastamala
HKN-13-120	Lamminperä W	6816321	305886	Nokia

Liite 3.b Pirkanmaan kuntien alueilta tehdyt ohutietutkimukset

Näytteiden mineraalikoostumukset

Taulukko 2b. Näytteet PAH-13-9, PAH-13-23, PAH-13-43, PAH-13-66 ja PAH-13-83

Tunnus	PAH-13-9	PAH-13-23	PAH-13-43	PAH-13-66	PAH-13-83
Kivilaji	KVPLGGN	GRDR	KVMSGN	KVMSGN	KVPLGL
kvartsi	30	20	25	30	30
kalimaasälpä	7	5	25	45	
plagioklaasi	43	35	40	5	25
serisiitti					
biotiiitti	20	10	10	20	30
amfiboli	+	30			
kloriitti		+		+	
muskoviitti	+		+	+	15
serisiitti					
opaakki	+		+		
karbonaatti	+		+		
epidootti			+	+	
titaniitti	+	+			
zirkoni		+		+	
apatiitti	+	+	+	+	
Yhteensä	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Näytetiedot:

Näyte	Paikka	y	x	Kunta
PAH-13-9	Sarvikorpi	6909632	334571	Virrat
PAH-13-23	Roskalanvuori	6881649	342526	Ruovesi
PAH-13-43	Likaslammi S	6889816	358436	Virrat
PAH-13-66	Palokangas E	6874572	287018	Ikaalinen
PAH-13-83	Lehmivuori	6877315	299842	Parkano

Taulukko 2c. Näytteet JKV-13-13, JKV-13-40, JKV-13-68, JKV-13-75 ja JKV-13-88

Tunnus	JKV-13-13	JKV-13-40	JKV-13-68	JKV-13-75	JKV-13-88
Kivilaji	SVGN	KVPLGGN	KVDR	KLOL	SVGN
kvartsi	20	45	5	40	35
kalimaasälpä	+				5
plagioklaasi	35	35	45	25	15
serisiitti					
biotiiitti	10	20	20		+
amfiboli	30		30		45
kloriitti	5	+		35	
muskoviitti		+			
serisiitti					
opaakki	+				+
karbonaatti	+				
epidootti	+		+	+	+
titaniitti					+
zirkoni					
apatiitti			+		+
Yhteensä	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Näytetiedot:

Näyte	Paikka	y	x	Kunta
JKV-13-13	Tervavuori E	6776881	327915	Akaa
JKV-13-40	Koppelonvuori	6817638	372872	Kangasala
JKV-13-68	Aukeasuo S	6844442	373348	Orivesi
JKV-13-75	Reunavuori	6850488	360651	Juupajoki
JKV-13-88	Välivuori	6845475	373348	Orivesi

Liite 3.c Pirkanmaan kuntien alueilta tehdyt ohuthietutkimukset

Näytteiden mineraalikoostumukset

Taulukko 2d. Näytteet TIN 13-22, TIN 13-55, TIN 13-56, TIN 13-77 ja TIN 13-79

Tunnus	TIN-13-22	TIN-13-55	TIN-13-56	TIN-13-77	TIN-13-79
Kivilaji	KVDR	LEUKOGR	MONTSOGR	KVPLGGN	SVGN
kvartsi	5	55	10	40	25
kalimaasälpä	+	20	15		
plagioklaasi	40	20	25	25	30
serisiitti					
biotiiitti	15	5	5	35	5
amfiboli	40	+	45		40
kloriitti				+	
muskoviitti	+	+			+
serisiitti					
opaakki			+		
karbonaatti					
epidootti			+	+	
titaniitti			+		+
zirkoni	+	+	+		
apatiitti	+	+	+	+	+
Yhteensä	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Näytetiedot:

Näyte	Paikka	y	x	Kunta
TIN-13-22	Pimeävuori	6778856	314401	Urjala
TIN-13-55	Silmisuo NE	6861186	329153	Ylöjärvi
TIN-13-56	Silmisuo NW	6861485	328566	Ylöjärvi
TIN-13-77	Tohlenmaankallio	6837770	302772	Hämeenkyrö
TIN-13-79	Suosaarensuo E	6837267	303709	Hämeenkyrö



PIRKANMAA

Nalkalankatu 12, PL 76, 33201 Tampere
Puh. (03) 248 1111 (vaihde)
faksi (03) 248 1250
pirkanmaan.liitto@pirkanmaa.fi
www.pirkanmaa.fi

TEEMME MUUTOSTA YHDESSÄ

